

CYRKULACYJNE UWARUNKOWANIA PRZEBIEGU SZLAKÓW MORSKICH Z EUROPY DO INDII W „EPOCE ŻAGLA”

Krzysztof Jarżyna

Atmospheric circulation and ocean currents as controls of sea routes from Europe to India during “Age of Sails”

Abstract: Knowledge of prevailing winds and ocean currents was one of the crucial factors deciding the success of European sailors during the Age of Discovery. Its role has not been fully appreciated in Polish geography yet. The role of prevailing winds and ocean currents in the determination of sea lanes in the Atlantic Ocean and the Indian Ocean is described in this paper. It has been shown that winds and ocean currents can both make easier or more difficult navigation to a given destination. Some navigational techniques were developed to overcome such obstacles. The *volta do mar* technique was used to avoid *beating* trade winds during return voyages from the West Africa coast. The use of this technique in the South Atlantic Gyre demanded to drift southwest after passing by the Guinea coast and use the Brazilian Current and next prevailing westerlies to reach the Cape of Good Hope. Monsoon circulation is the main navigational challenge in the Indian Ocean. Good timing is essential for the fastest voyage there. The Brouwer Route resolved the problem of the seasonality of navigation to the Malay Archipelago to some degree. It was shown too that using the sea lanes mentioned above enabled many important discoveries, particularly those of the Brazilian and Western Australian coasts.

Keywords: sea lanes, atmospheric circulation, ocean currents, Age of Discovery

Zarys treści: Poznanie cyrkulacji atmosferycznej i oceanicznej było jednym z czynników decydujących o sukcesie europejskich wielkich odkryć geograficznych (XV–XVII w.). Fakt

ten nie został jednak do tej pory w pełni doceniony przez geografów polskich. W artykule przedstawiono cyrkulacyjne uwarunkowania przebiegu najważniejszych morskich szlaków handlowych wykorzystywanych w żegludze wzdłuż wybrzeży Afryki Zachodniej i w żegludze do Indii. Stwierdzono, że nawigacyjne wyzwania napotymane przez żeglarzy na poszczególnych akwenach różniły się. W żegludze z Afryki Zachodniej do portów Półwyspu Iberyjskiego stosowano strategię nawigacyjną *volta do mar*, aby uniknąć halsowania na przeciw pasatom. Na Atlantyku Południowym podobny cel w żegludze do Przylądka Dobrej Nadziei miało poprowadzenie szlaku morskiego zachodnim krańcem tego akwenu. Z kolei na Oceanie Indyjskim żeglarze europejscy, planując harmonogram swojej podróży, musieli uwzględnić sezonową zmienność monsunów. Do pewnego stopnia uwolniła ich od tego żegluga szlakiem zaproponowanym przez Hendrika Brouwera. Wskazano też, że wykorzystanie opisanych szlaków przyczyniło się do szeregu odkryć geograficznych, w tym zwłaszcza wybrzeży Brazylii i Australii Zachodniej.

Słowa kluczowe: szlaki morskie, cyrkulacja atmosferyczna, prądy morskie, wielkie odkrycia geograficzne

Wstęp

Pierwsza wyprawa Krzysztofa Kolumba w poszukiwaniu zachodniej drogi do Indii korzystała w żegludze na zachód z pomocy pasatów. W drodze powrotnej Kolumb nie próbował wracać tym samym szlakiem, tylko wyruszył z Antyli na północny wschód, następnie skręcił na wschód i dotarł do Europy, korzystając ze sprzyjających wiatrów zachodnich. Widać więc, że Kolumb miał dużą wiedzę na temat wiatrów i prądów morskich na północnym Atlantyku, wiedzę zdobytą dzięki pobytowi w Portugalii (Swiet 1982).

Sukces wypraw Kolumba oraz portugalskiej eksploracji wschodniej drogi do Indii wynikał ze splotu kilku przyczyn. Podstawą europejskiej ekspansji zamorskiej były wielokrotnie opisywane uwarunkowania polityczno-ekonomiczne (np. Małowist 1976). Eksploracja stała się możliwa dzięki postępowi w budowie okrętów, konstruowaniu przyrządów nawigacyjnych oraz kartografii. Pamiętajmy jednak, że ówczesne statki korzystały z napędu żaglowego wspomaganego ewentualnie pracą mięśni ludzkich. Żegluga morska zależna była więc od przeważających wiatrów i prądów morskich. Ich poznanie było kluczowe dla rozwoju handlu dalekomorskiego i kolonizacji innych kontynentów.

Opisane wyżej zagadnienia znajdują się w obszarze zainteresowania geografów polskich wielu specjalności, prezentowane są jednak wrywkowo. Kreślone na podstawie dzienników okrętowych mapy bada kartografia historyczna (np. Sirko 1999). Badacze historii geografii skupiają się na poszerzaniu europejskiego horyzontu geograficznego (np. Długosz 2001). Antropogeografowie analizują kierunki i skalę transkontynentalnej wymiany handlowej i migracji (np. Maryański 1984).

Klimatologów zajmuje m.in. rozwój wiedzy na temat cyrkulacji atmosferycznej, wynikający z doświadczeń żeglarzy europejskich (np. Sorbjan 2001). Cyrkulacyjnymi uwarunkowaniami rozwoju żegluga oceanicznej zajmuje się klimatologia morska (Czajewski 1988; Holec, Tymański 1973), główny nacisk kładąc jednak na poznanie uwarunkowań współczesnej żegluga handlowej i żeglarstwa jachtowego, nie zaś żegluga we wcześniejszych stuleciach.

Niniejsza praca próbuje wypełnić lukę we wspomnianych badaniach, łącząc różne nurty geografii. Główny jej cel to opis cyrkulacyjnych uwarunkowań przebiegu najważniejszych morskich szlaków handlowych na Oceanach Atlantyckim i Indyjskim, wykorzystywanych w trakcie żegluga wzdłuż zachodnich wybrzeży Afryki i w żegludze do Indii. Czasowe ramy tego opracowania zawierają się między wiekiem XV a połową wieku XVII, kiedy dokonano najważniejszych europejskich odkryć geograficznych na wybrzeżach przylegających do tych dwóch akwenów.

Materiały źródłowe

Uwarunkowania cyrkulacyjne (wpływ wiatrów i prądów morskich) rozwoju żegluga omówiono, opierając się głównie na opracowaniach charakteryzujących współczesne warunki nawigacyjne na Atlantyku i Oceanie Indyjskim.

Najważniejsze wykorzystane materiały źródłowe to mapy nawigacyjne zebrane w atlasie *Atlas of Pilot Charts*, opracowane przez amerykańską National Imaginary and Mapping Agency. Zaczepnięto z nich uśrednione dla miesięcy różne wiatrów, rozkład powierzchniowych prądów morskich oraz informacje o niekorzystnych i niebezpiecznych dla żegluga zjawiskach pogodowych (częstość cisz, wichur i cyklonów tropikalnych).

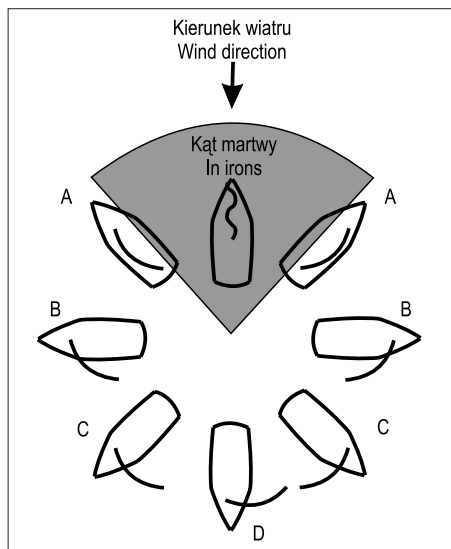
W opisie hydro-meteorologicznych zagrożeń żegluga u wybrzeży południowo-zachodniej Europy, Afryki i Azji Południowej posłużono się też informacjami z locji morskich *Sailing Directions (Enroute)*, przygotowanych przez amerykańską National Geospatial-Intelligence Agency. Zarówno mapy nawigacyjne, jak i locje morskie dostępne są on-line (<http://msi.nga.mil/> – 10.06.2014).

Innym źródłem informacji o przebiegu i prędkości prądów morskich (zwłaszcza na Atlantyku) były informacje zestawione na stronie <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> (1.08.2014). W pracy wykorzystano też informacje zaczerpnięte z publikacji naukowych i popularnonaukowych dotyczących historii wielkich odkryć geograficznych oraz rozwiązań ówczesnych problemów nawigacyjnych. Posłużono się ponadto wiadomościami umieszczonymi na internetowych forach żeglarskich oraz miłośników historii żeglarstwa.

Teoretyczne aspekty wykorzystania wiatru w żegludze

W praktyce żeglarskiej określa się kurs statku względem wiatru. Opisuje się w tym celu kierunek wiatru rzeczywistego, wiejącego na akwenu wodnym w stosunku do kierunku przemieszczania się jednostki pływającej.

Statki o napędzie żaglowym pod wiatr nie pływają. Niemożliwy do realizacji kurs statku względem wiatru określamy jako kąt martwy (ryc. 1). Osiągnięcie celu leżącego w tym kierunku jest jednak możliwe. Wymaga to płynięcia bajdewindem (ryc. 1) i regularnego przeprowadzania zwrotów, którą to technikę nazywamy halsovaniem. Taka żegluga jest jednak czasochłonna i pracochłonna, co czyni ją trudną do stosowania na dłuższych dystansach. Stąd handlowe statki żaglowe w żegludze transoceanicznej zwykle wykorzystywały sprzyjające wiatry.



Ryc. 1. Kurs statku względem wiatru

Fig. 1. Point of sail

Objaśnienia: A – bajdewind, B – półwiatr, C – baksztag, D – fordewind

Explanations: A – close reach, B – beam reach, C – broad reach, D – running

Źródło: http://www.zeglarz-jachtowy.pl/samouczek_kursy (2.01.2015).

Source: <http://www.schoolofsailing.net/points-of-sail.html> (2.01.2015).

Jeśli wiatr wieje prostopadle do kursu statku, wtedy statek płynie półwiatrem. Kurs zgodny z kierunkiem wiatru nosi nazwę fordewindu, kurs zaś pośredni pomiędzy półwiatrem a fordewindem nazywany jest baksztagiem (ryc. 1). Dla dawnych żaglowców o ożaglowaniu rejowym najkorzystniejsze (najszybsze) było pływanie kursem pomiędzy fordewindem a baksztagiem. Dla współczesnych jachtów sportowych o ożaglowaniu skośnym (zwłaszcza bermudzkim) najkorzystniejszy jest kurs pomiędzy półwiatrem a baksztagiem.

Dla statków o ożaglowaniu skośnym – w XV w. takie ożaglowanie miały karawele – mniejszy niż dla statków o ożaglowaniu rejowym był kąt martwy, dzięki czemu były one bardziej zwrotne. Mimo tego oceany zdominowały wówczas rejowce. Próbę wyjaśnienia tej pozornej sprzeczności podjął Gerlach (2009). Jego zdaniem wykorzystanie statków o ożaglowaniu rejowym (karak i galeonów) było w dawnych wiekach bardziej opłacalne ekonomicznie. Karawele o podobnych rozmiarach (a więc i ładowności) jak

karaki wymagałyby dużych, trudnych w obsłudze żagli i wielu członków załogi. Poza tym w żegludze na trasach transoceanicznych z wykorzystaniem względnie stałych wiatrów zwrotność statku nie była aż tak ważna. Statki o ożaglowaniu skośnym znajdowały wtedy zastosowanie przede wszystkim w żegludze przybrzeżnej. Jednocześnie, aby nieco zwiększyć zwrotność statków o ożaglowaniu rejonowym, zaczęto na tylnym maszcie (bezanmaszcie) stosować ożaglowanie skośne (głównie gaflowe).

Szlaki Północnego Atlantyku – początki ekspansji portugalskiej

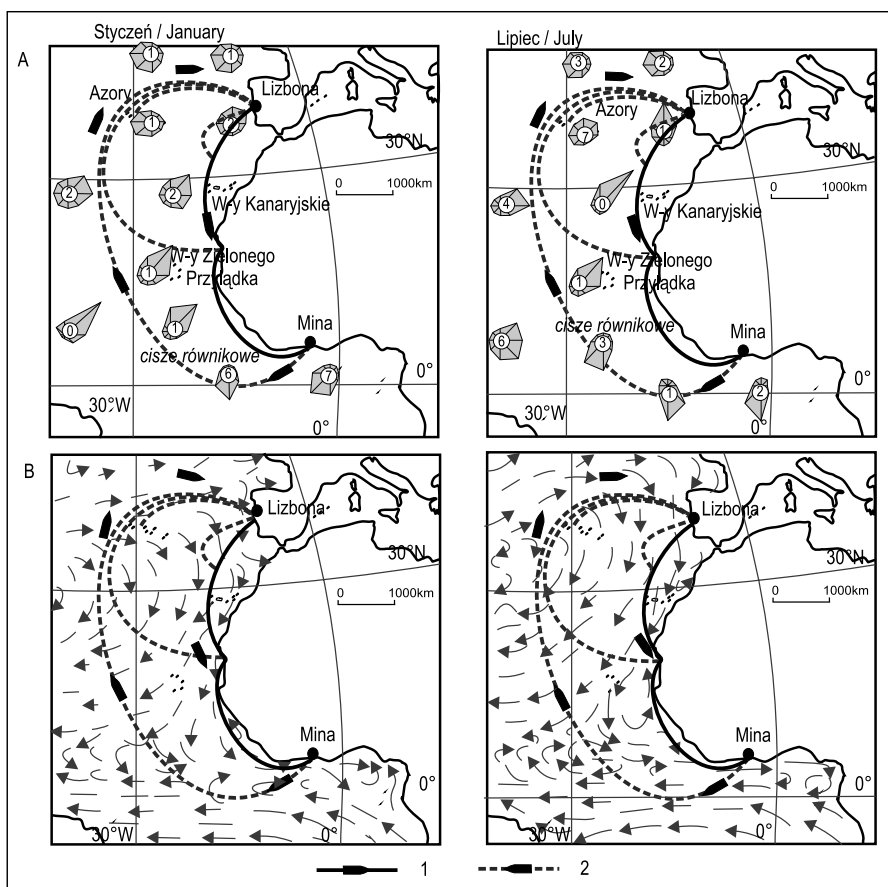
Główne osiągnięcia eksploracji południowej części Północnego Atlantyku to: odkrycie (czasami powtórnie) i kolonizacja wulkanicznych wysp położonych na tym akwenie, poznanie linii brzegowej Afryki Zachodniej oraz pokonanie bariery Atlantyku. W niniejszym opracowaniu omówiono pierwsze dwa z tych osiągnięć.

Obszar wód wschodniego Atlantyku położony na zachód od Cieśniny Gibraltarskiej był znany już w starożytności, choć w średniowieczu wiedza ta nieco się skurczyła. Na początku XV w. żeglarzom znane były Wyspy Kanaryjskie oraz wybrzeże marokańskie aż do przylądka Chaunar (Cabo Nun) (Diffie, Winius 1985). W wieku XV eksplorację w tym regionie prowadziły królestwa Portugalii i Kastylii (później Hiszpanii). Ostatecznie (po traktacie w Alcáçovas z 1479 r.) Wyspy Kanaryjskie przypadły temu ostatniemu, a Portugalczycy skolonizowali Maderę, Azory i uzyskali monopol na handel wzdłuż wybrzeży Afryki Zachodniej.

Okoliczności odkrycia archipelagów Madery (1418) i Azorów (1427) przedstawiane są w literaturze różnorako. Podaje się, że odkryto je przypadkowo, w wyniku zboczenia z pierwotnego kursu w trakcie sztormu lub ich odkrywczy mieli świadomość, że na oceanie zlokalizowane są liczne wyspy i po prostu ich poszukiwali (za: Diffie, Winius 1985).

W eksploracji zachodnich wybrzeży Afryki kluczowe znaczenie miało opłynięcie przylądka Budźdur (Cabo Bojador). Trudność tego zadania wynikała – i według *Sailing Directions (Enroute)* (2005) w dalszym ciągu wynika – z obecności wysokich fali przyboju oraz silnych prądów u brzegu przylądka. Opłynięcie przylądka wymaga oddalenia się od linii brzegowej. Biorąc pod uwagę niepewność średniowiecznych żeglarzy co do możliwości powrotu spoza przylądka, można zrozumieć ich obawy przed jego opłynięciem. Ostatecznie dokonał tego w 1434 r. Portugalczyk Gil Eanes, wysłany przez księcia Henryka Żeglarza. W kolejnych dziesięcioleciach portugalscy żeglarze dotarli do wybrzeży Gwinei, odkryli Wyspy Zielonego Przylądka, a w 1471 r. dotarli do wybrzeży Zatoki Gwinejskiej, gdzie włączyli się w zyskowny handel złotem (ryc. 2).

Eksploracja wybrzeży Afryki w kierunku południowym wiązała się z żeglugą przybrzeżną, w której pomocne były – szczególnie w cieplej części roku – wiatry



Ryc. 2. Cyrkulacyjne uwarunkowania przebiegu szlaków morskich w południowej części Atlantyku Północnego

Fig. 2. Atmospheric circulation and ocean currents as controls of sea routes in the southern part of the North Atlantic Ocean

Objaśnienia: A – kierunek wiatru – cisze (%) w środku róży wiatrów, B – prądy morskie, 1 – szlak z Portugalii do Zatoki Gwinejskiej, 2 – szlaki powrotne do Portugalii (wykorzystujące *volta do mar*)

Explanations: A – wind direction (%) – calms in the middle of the wind rose, B – ocean currents, 1 – route from Portugal to the Gulf of Guinea, 2 – homeward Portuguese routes (with use of *volta do mar*)

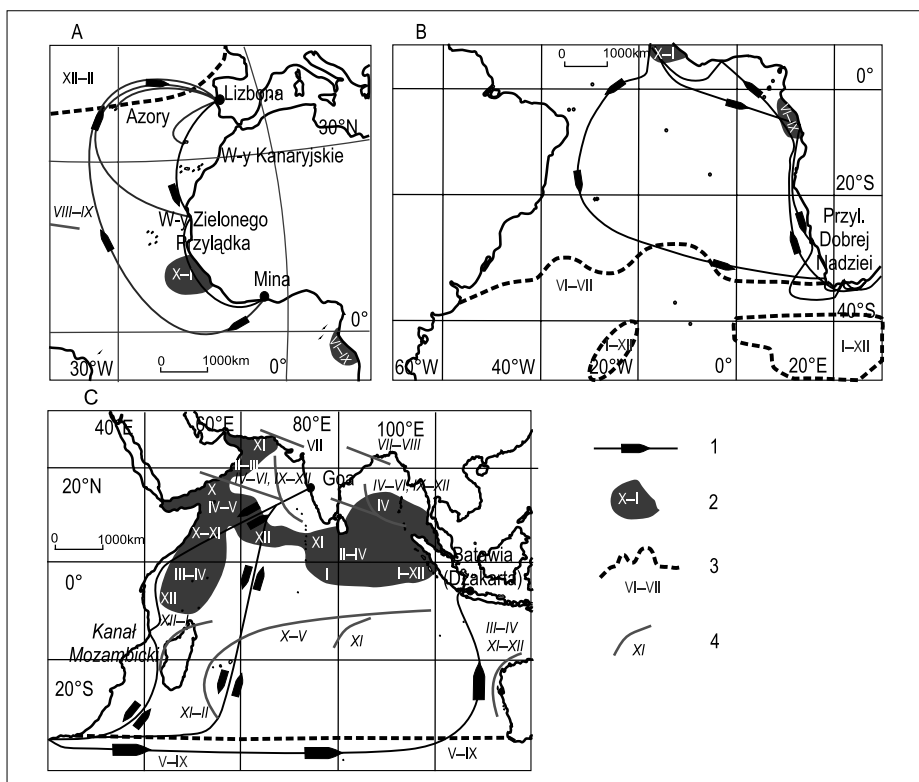
Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Atlas od Pilot Charts, North Atlantic Ocean* (2002) i Waters (1988).
Source: author's own study based on: *Atlas of Pilot Charts, North Atlantic Ocean* (2002) and Waters (1988).

północne i północno-wschodnie (*Sailing Directions (Enroute)* 2005, *Atlas of Pilot Charts* 2002). Widoczne jest to zwłaszcza w obszarze występowania pasatu półkuli północnej (ryc. 2A). Ten wiejący ze średnią prędkością $6\text{--}8\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ wiatr zaznacza swą obecność u wybrzeży zachodnich Afryki w pasie od ok. 15°N do 35°N w lipcu i od ok. 10°N do 20°N w styczniu (Crowe 1987). Dodatkowo żeglugę w pasie od około 30°N do 10°N ułatwia chłodny Prąd Kanaryjski – o średniej prędkości $10\text{--}15\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (<http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> – 1.08.2014; ryc. 2B). Pewne niebezpieczeństwo dla żeglugi w tym obszarze wynika z częstego występowania mgły na styku względnie chłodnych wód prądu i gorącego saharyjskiego wybrzeża. Wzdłuż wybrzeży marokańskiej Sahary Zachodniej oraz Mauretanii występuje w ciągu roku średnio ponad 20 dni z mgłą (Prawdź, Padiasek 1985). Jedynie żegluga w kierunku wysp atlantyckich wymagała porzucenia linii brzegowej. W sprzyjających warunkach nie była ona jednak długa, np. wyprawa z 1432 r. w poszukiwaniu Azorów trwała tylko 5 dni (Diffie, Winius 1985).

Większe wyzwania nawigacyjne napotkali żeglarze portugalscy w Zatoce Gwinejskiej. Obszar ten, znajdujący się w strefie zbieżności pasatów, charakteryzuje występowanie słabych wiatrów zmiennych oraz cisz równikowych (ang. *doldrums*). Współcześnie w miesiącach od października do stycznia częstość cisz wynosi u wybrzeży Gwinei i Sierra Leone ponad 10% (ryc. 3A), a w pozostałej części roku jest większa niż 5%. Dodatkowo obserwowana jest tam sezonowa zmienność kierunku wiatru związana z występowaniem monsunu gwinejskiego (ryc. 2A). Pomocny w żegludze do portów Zatoki Gwinejskiej jest osiągnięty prędkość $100\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ciepły Prąd Gwinejski (ryc. 2B, <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> – 1.08.2014).

Dużo trudniejsza była droga powrotna do Portugalii. Powrót tym samym szlakiem wymagał żmudnego halsowania przy niesprzyjających wiatrach. Aby go przyspieszyć, żeglarze portugalscy stosowali strategię nawigacyjną nazwaną *volta do mar*. Polegała ona na powrocie do Lizbony szerokim łukiem przez otwarte wody Atlantyku. Początkowo statki płynęły półwiatrem w kierunku północno-zachodnim i północnym z wykorzystaniem pasatów i prądów morskich, aby potem na szerokości geograficznej wybrzeży Portugalii skręcić na wschód (Waters 1988). Opracowano trzy wersje takiego powrotu: *volta do largo* z Azorów i Madery, *volta da Guiné* z Zielonego Przylądka i *volta da Mina* z portugalskiej faktorii São Jorge da Mina na Złotym Wybrzeżu (dzisiejsza Ghana) (ryc. 2). Droga powrotna z Zatoki Gwinejskiej wymagała w swoim początkowym etapie żeglugi na południe, aby wykorzystać pasat półkuli południowej, unikając jednocześnie hamującego wpływu Prądu Gwinejskiego.

W sierpniu i wrześniu statkom w drodze powrotnej z wybrzeży Afryki Zachodniej do Portugalii zagrażały cyklony tropikalne (ryc. 3A). Jest to obszar źródłowy silnych huraganów typu Cabo Verde (<http://www.faqs.org/faqs/meteorology/storms-faq/part1/> – 10.08.2014). Z kolei na szerokości geograficznej Portugalii w okresie od grudnia do lutego powracającym do metropolii statkom zagrażały wichury (o sile



Ryc. 3. Niekorzystne warunki dla żeglugi morskiej – region i czas występowania
 Fig. 3. Unfavorable conditions for ocean navigation – location and seasons of occurrence

Objaśnienia: A – południowa część Atlantyku Północnego, B – Atlantyk Południowy, C – Ocean Indyjski, 1 – szlaki oceaniczne, 2 – region z częstością ciszy >10%, 3 – regiony z częstością wicher >10%, 4 – główne szlaki cyklonów tropikalnych

Explanations: A – southern part of the Northern Atlantic Ocean, B – Southern Atlantic Ocean, C – Indian Ocean, 1 – sea routes, 2 – regions with wind calm occurrence frequency >10%, 3 – regions with gale occurrence frequency >10%, 4 – major tracks of tropical cyclones

Źródło: opracowania własne na podstawie: *Atlas of Pilot Chart* (1995, 2001, 2002), Waters (1988), Guinote (1999) i McHugh (2006).

Source: author's own study based on: *Atlas of Pilot Charts* (1995, 2001, 2002), Waters (1988), Guinote (1999) and McHugh (2006).

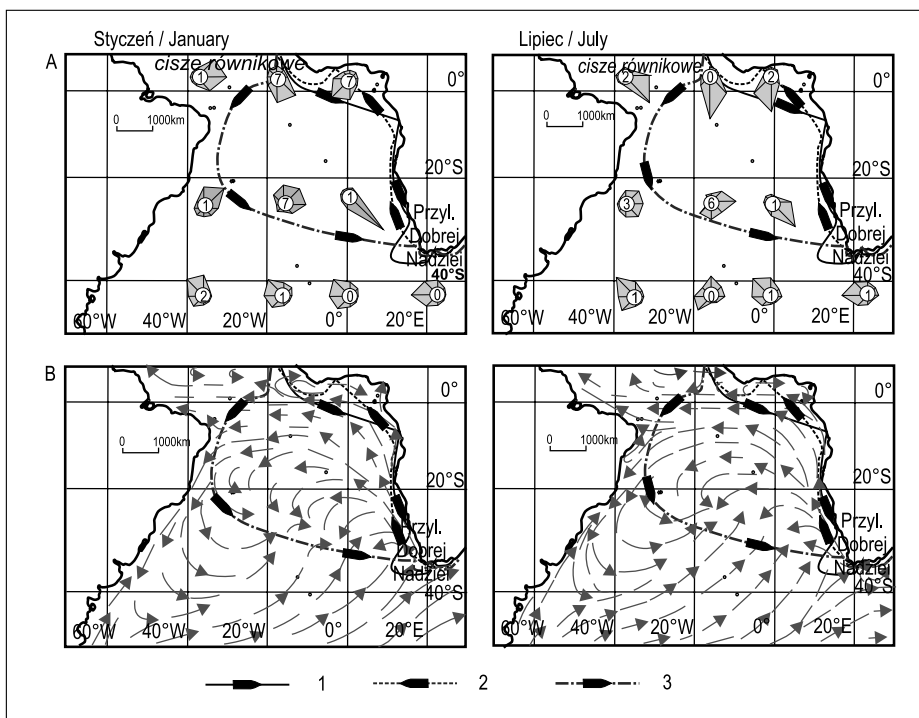
co najmniej 8 stopni w skali Beauforta), których częstość występowania przekracza w tych miesiącach średnio 10% (ryc. 3A).

Przez wody Południowego Atlantyku w kierunku Indii

Ustanowienie handlu z wybrzeżami Zatoki Gwinejskiej nie zaspokoilo ambicji władców Portugalii, których celem był bezpośredni handel z Indiami. Eksploracja była więc kontynuowana, a jej uwierczeniem było opłynięcie w 1488 r. południowego krańca Afryki przez wyprawę Bartolomeu Diasa (Długosz 2001). Opuścił on Lizbonę w sierpniu 1488 r. i po 4 miesiącach żeglugi osiągnął Walvis Bay na dzisiejszym wybrzeżu Namibii. Tam oddalił się od brzegu i pożeglował półwiatrem na południowy zachód. Na szerokości geograficznej 40°S natrafił na sprzyjające wiatry zachodnie, które pod koniec stycznia 1488 r. poniosły go na wschód od przylądków Dobrej Nadziei i Igielnego, gdzie linia wybrzeża afrykańskiego zaczęła skręcać na północ.

Waters (1988) sugerował, że to właśnie obserwacje wiatrów i prądów morskich w trakcie wyprawy Diasa wykorzystane zostały przez Vasco da Gamę, który w lipcu 1497 r. wyruszył w podróż do Indii. W trakcie żeglugi ku Przylądkowi Dobrej Nadziei porzucił on wybrzeża Afryki na południe od Wysp Zielonego Przylądka i pożeglował najpierw na południowy zachód, a później na południe, aby dotrzeć do strefy sprzyjających wiatrów zachodnich, odkrytych przez Diasa (ryc. 4A). Uniknął w ten sposób przeciwnych wiatrów (pasatu półkuli południowej) i prądów (Prądu Benguelskiego), z którymi zmagął się jego poprzednik. W trakcie podróży przez południowy Atlantyk pomagały mu początkowo pasaty (płynął półwiatrem) i Prąd Południoworównikowy, a w dalszej części podróży ciepły, słaby Prąd Brazylijski, o prędkości ok. $14 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ (<http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> – 1.08.2014). Porzucił go na szerokości geograficznej brazylijskich wysp Abrolhos, obierając kurs południowo-wschodni (ryc. 4). Manewr ten został uwieńczony powodzeniem i pozwolił Vasco da Gamie powtórzyć osiągnięcie wyprawy Diasa, skracając równocześnie czas podróży między Lizboną a Krajem Przylądkowym o ponad miesiąc (Waters 1988). Wyprawa Vasco da Gamy dotarła do Kalikatu w południowych Indiach w maju 1498 r. po trwającej ponad 10 miesięcy podróży. Wytyczonym przez niego szlakiem tym podążały wszystkie kolejne portugalskie floty zmierzające do Indii. Z kolei w drodze powrotnej z Indii do Portugalii statki korzystały ze szlaku wytyczonego przez Bartolomeu Diasa, na północ od równika, wykorzystując strategię *volta do mar*.

Manewr zastosowany przez Vasco da Gamę pozwalał unikać nie tylko przeciwnego pasatu półkuli południowej, ale również mgieł, często tworzących się nad wodami chłodnego Prądu Benguelskiego. W Port Nolloth na północno-zachodnim krańcu RPA występują one średnio przez 146 dni w roku (Prawdzic, Padiasek 1985).



Ryc. 4. Cyrkulacyjne uwarunkowania przebiegu szlaków morskich na Atlantyku Południowym
 Fig. 4. Atmospheric circulation and ocean currents as controls of sea routes in the South Atlantic Ocean

Objaśnienia: A – kierunek wiatru – cisze (%) w środku róży wiatrów, B – prądy morskie, 1 – szlak Bartolomeu Diasa (1487–1488) do Przylądka Dobrej Nadziei, 2 – szlak powrotny Bartolomeu Diasa do Portugalii (1487–1488), 3 – szlak Vasco da Gamy do Przylądka Dobrej Nadziei (1497) w trakcie wyprawy do Indii
 Explanations: A – wind direction (%) – calms in the middle of the wind rose, B, ocean currents, 1 – Bartolomeu Dias route from Portugal to Cape of Good Hope (1487–1488), 2 – homeward routes of Bartolomeu Dias (1487–88), 3 – Vasco da Gama route to Cape of Good Hope (1497) during journey to India

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Atlas of Pilot Charts, South Atlantic Ocean* (1995) i Waters (1988).
 Source: author's own study based on: *Atlas of Pilot Charts, South Atlantic Ocean* (1995) and Waters (1988).

W trakcie żeglugi do Przylądka Dobrej Nadziei największym wyzwaniem jest przedostanie się z północnoatlantyckiego wiru powierzchniowych prądów morskich do wiru południowoatlantyckiego przez strefę ciszy równikowej. Błędy w nawigacji w tym rejonie powodowały wielokrotnie dryfowanie statków pod wpływem prądów morskich do Zatoki Gwinejskiej lub w kierunku Antyli. Również współcześnie żegluga w tym regionie sprawia wiele kłopotów załogom jachtów. Według słów norweskiego żeglarza Knuta Frostada (*Vokvo Ocean Race...* 2011) największym problemem żeglowania w regionie ciszy równikowych jest nieprzewidywalność warunków wiatrowych. Optymalne jest pokonywanie tej strefy tam, gdzie jest ona najwęższa – jak najbliżej wybrzeży brazylijskich. Najlepszą taktyką jest żegluga od jednej chmury burzowej do drugiej. Pod chmurami *Cb* (zwłaszcza na ich skraju) występują bowiem najsilniejsze wiatry. Oba zjawiska, czyli duża częstość burz oraz ciszy i słabych wiatrów zmiennych, jest typową cechą międzyzwrotnikowej strefy zbieżności pasatów.

Wykorzystanie opisanej drogi pozwoliło Portugalczykom odkryć wybrzeża Brazylii (1500), co stało się udziałem drugiej wyprawy do Indii, kierowanej przez Pedro Alvareza Cabrala (Długosz 2001). Z kolei trzecia portugalska wyprawa do Indii (1501–1502), kierowana przez João da Novę odkryła w drodze powrotnej Wyspę Świętej Heleny. Jako że leży ona w strefie występowania pasatu półkuli południowej, często była miejscem odpoczynku załóg statków wracających z Indii do Portugalii (Mathew 1988).

Typowy terminarz portugalskich wypraw do Indii powodował, że docierały one do południowego krańca Afryki w czerwcu lub w lipcu. Jest to okres zimy półkuli południowej, gdy wody Oceanu Południowego są bardzo wzburzone. Wichury o sile wiatru 8 stopni w skali Beauforta i więcej obserwowane są wtedy z częstością ponad 10% aż do 25°–30°S (ryc. 3B) i zagrażają statkom przekraczającym południowy Atlantyk. Wiatry te – mimo że gwałtowne – zasadniczo przyspieszają jednak żeglugę do Indii. Większe wyzwanie stanowią one dla statków wracających z Indii do Europy, w czasie gdy opływają południowy kraniec Afryki.

Żegluga przez Ocean Indyjski

Na Oceanie Indyjskim Portugalczycy i ich następcy musieli zmierzyć się z nawigacyjnym wyzwaniem, jakim była żegluga z wykorzystaniem monsunów, w czym pomocne okazały się doświadczenia żeglarzy muzułmańskich. Szlak wytyczony przez pierwsze portugalskie wyprawy do Indii był wykorzystywany przez zorganizowane armady statków handlowych i wojennych w trakcie tzw. *Carreira da India* (*Wyprawa do Indii*). Dla optymalizacji czasu wyprawy najważniejsze było dotarcie na wschodnie wybrzeże Afryki w sierpniu, aby w ostatnim etapie podróży wykorzystać monsun południowo-zachodni. W tym celu opuszczano Lizbonę wczesną wiosną. Z kolei

w drogę powrotną do Lizbony wyruszano w styczniu, gdy wiał monsun północno-wschodni (Matthews 1988).

W centrum (punkt o koordynatach $\phi - 2,5^{\circ}\text{N}$ i $\lambda - 62,5^{\circ}\text{E}$) kluczowego dla żeglugi akwenu pomiędzy Afryką Wschodnią a Wybrzeżem Malabarskim w Indiach wiatry z sektora pomiędzy S a W przeważają w okresie od maja do października (tab. 1). Pozwalają one statkom o napędzie żaglowych płynąć baksztagiem lub fordewindem. Do Wybrzeża Malabarskiego monsun południowo-zachodni, przesuwający się za międzyzwrotnikową strefą zbieżności dociera później; dominacja wiatrów z sektora o kierunku od S do W zaznacza się tam dopiero w czerwcu. Wcześniej następuje tam też koniec sezonu monsunów letnich (we wrześniu). U wybrzeży Afryki Wschodniej wiatry z kierunku południowo-zachodniego ustępują częstością wiatrom południowo-wschodnim, które pozwalają płynąć do Indii półwiatrem. Wiatry z sektora od N do E, typowe dla monsunu zimowego, przeważają na omawianym akwencie w miesiącach od grudnia do marca (tab. 1).

Dodatkową pomocą w żegludze jest na tych wodach Prąd Somalijski. Odpowiednio do zmiany monsunów, sezonowo zmienia on swój kierunek oraz charakter; jest

Tab. 1. Częstość (%) wiatrów z kierunków sprzyjających żegludze sezonowej z wykorzystaniem monsunów w północno-zachodniej części Oceanu Indyjskiego

Table 1. Occurrence frequency (%) of wind direction favoring seasonal navigation using monsoons of the northeast quarter of the Indian Ocean

Zanzibar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N do E	83	73	56	20	9	5	8	14	25	43	56	76
S do W	6	9	14	33	51	50	49	32	21	8	7	3
Wybrzeże Malabarskie Malabar Coast	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N do E	66	53	37	26	14	4	2	3	12	30	56	67
S do W	9	12	14	21	38	81	85	71	53	28	19	9
Punkt/Location 2°30'N 62°30'E	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N do E	84	88	84	35	5	3	3	3	6	11	27	59
S do W	5	4	4	25	71	93	91	80	66	56	41	15

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Atlas of Pilot Charts, Indian Ocean* (2001).

Source: author's own study based on: *Atlas of Pilot Charts, Indian Ocean* (2001).

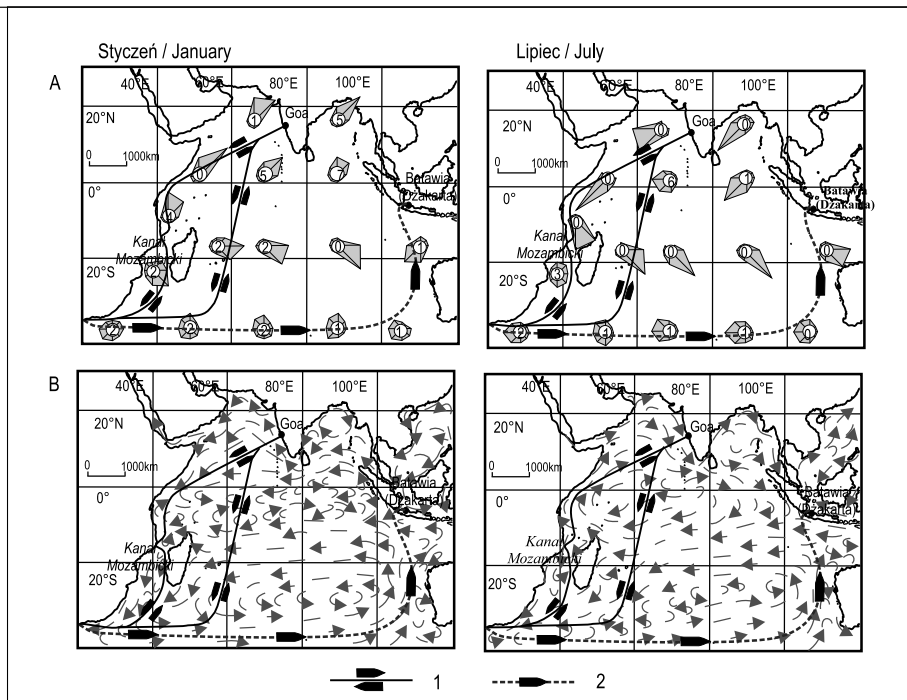
to prąd ciepły w ciągu zimy półkuli północnej, a zimny latem. W trakcie monsunu letniego jego prędkość może przekraczać $200 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (<http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> – 1.08.2014).

Realizacja opisanego wyżej planu podróży pozwalała przebyć drogę do Indii i z powrotem w nieco ponad rok (Matthews 1988). Statki płynące z powrotem do Portugalii przewoziły poza towarami z Indii również produkty pochodzące z Chin i Moluków (Wysp Korzennych), co było możliwe dzięki stworzeniu portugalskiego systemu faktorii handlowych.

Większe opóźnienia na trasie *Carreira da India* powodowały, że czas podróży wzrastał o kolejny rok w związku z koniecznością oczekiwania na sprzyjający monsun w portach Afryki lub Indii (Matthews 1988). O tym, jak ważne dla szybkości i bezpieczeństwa podróży jest dostosowanie się do sezonowości cyrkulacji przekonał się już Vasco da Gama w trakcie powrotnej podróży do Portugalii. Zlekceważył on przestrogi lokalnych żeglarzy i wyruszył z Indii już w październiku 1498 r., przed ustaleniem się monsunu zimowego. Do Malindi w dzisiejszej Kenii dotarł dopiero na początku lutego 1499 r., po 4 miesiącach żeglugi. Podróż z Malindi do Kalikatu podjęta pół roku wcześniej, w której pomagał mu monsun południowo-zachodni trwała tylko 26 dni (Diffie, Winius 1985).

Na Oceanie Indyjskim portugalskie floty wybierały jedną z dwóch tras: przez Kanał Mozambicki wzdłuż wschodnich wybrzeży Afryki lub przez otwarte wody oceanu na wschód od Madagaskaru. Po opłynięciu Przylądka Igielnego statki z reguły nie przybijały do brzegu, aby uniknąć przeciwnego prądu Agulhas (ryc. 5B), o prędkości sięgającej $200 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (<http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> – 1.08.2014). Jest on stosunkowo wąski, omijano więc jego szybkie wody od wschodu.

Klasyczny szlak przez Kanał Mozambicki wiązał się z licznymi niebezpieczeństwami, do których należały: przeciwny Prąd Mozambicki (ryc. 5B), słabe i zmienne wiatry oraz liczne rafy koralowe. Szczególnie niebezpiecznym miejscem był leżący u wejścia do Kanału Mozambickiego przylądek Corrientes. To właśnie tam notowano największe straty statków na całej trasie *Carreira da India*, sięgające w XVI i XVII w. 30% jednostek (Guinote 1999). Współczesne locje morskie (*Sailing Directions – Enroute* – 2008) jako główne zagrożenia dla żeglugi w tym regionie wskazują wysokie fale przyboju oraz przybrzeżne skały. Minimalizowano to niebezpieczeństwo, kierując się na położone w centrum południowego krańca kanału atole Île Europa i Bassas da India. Szlak przez Kanał Mozambicki, mimo że niebezpieczny, pozwalał po wielu tygodniach podróży uzupełnić wodę i prowiant oraz naprawić uszkodzenia w portugalskiej faktorii na wyspie Mozambik. Stamtąd flota musiała wypłynąć w kierunku Goa lub Cochin najpóźniej w sierpniu, aby uniknąć zmiany kierunku monsunu (Mathews 1988). W żegludze do Indii przebiegającej zgodnie z planem przez większość trasy na Oceanie Indyjskim pomocne były dominujące wiatry (ryc. 5A), pozwalając płynąć baksztagiem lub półwiatrem.



Ryc. 5. Cyrkulacyjne uwarunkowania przebiegu szlaków morskich na Oceanie Indyjskim
 Fig. 5. Atmospheric circulation and ocean currents as controls of sea routes in the Indian Ocean

Objaśnienia: A – kierunek wiatru – cisze (%) w środku róży wiatrów, B – prądy morskie,
 1 – szlaki *Carreira da India*, 2 – Szlak Brouwera

Explanations: A – wind direction (%) – calms in the middle of the wind rose, B – ocean currents,
 1 – *Carreira da India* routes, 2 – Brouwer Route

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Guinote (1999), *Atlas of Pilot Charts, Indian Ocean* (2001) i McHugh (2006).

Source: author's own study based on: Guinote (1999), *Atlas of Pilot Charts, Indian Ocean* (2001) and McHugh (2006).

Początkowo wykorzystywano wiatry zachodnie, od szerokości geograficznej około 25°S pasat półkuli południowej, na półkuli północnej zaś monsun letni.

Korzystne wiatry w jeszcze większym stopniu sprzyjały żegludze na wschód od Madagaskaru. Szlak wschodni był wykorzystywany od lat 20. XVI w. (ryc. 5). Nie było tam jednak żadnych faktorii portugalskich, a jedynie kotwiczowiska na Maskarenach.

Większe niż w Kanale Mozambickim było ponadto niebezpieczeństwo zetknięcia się z cyklonami tropikalnymi. Szlak wschodni wykorzystywały armady płynące do Indii, które minęły południowy kraniec Afryki zbyt późno, by zdążyć do Indii przed zmianą monsunów, płynąc Kanałem Mozambickim. Był on też głównym szlakiem flot wracających do Portugalii.

W trakcie podróży powrotnej armady korzystały na Oceanie Indyjskim najpierw z pomocy północno-wschodniego monsunu zimowego, a następnie skierowanych na południe prądów morskich: Wschodniomadagaskarskiego i Agulhas. Największym wyzwaniem nawigacyjnym były przeciwne wiatry zachodnie na wodach wokół Przylądka Dobrej Nadziei.

Wspomniane powyżej cyklony tropikalne pojawiają się na południowo-zachodnich wodach Oceanu Indyjskiego w okresie od października do maja, z największym prawdopodobieństwem przypadającym na miesiące od grudnia do lutego (ryc. 3C), a więc na okres, w którym floty portugalskie wracały z Indii do Lizbony. W Kanale Mozambickim sezon pojawiania się cyklonów jest krótszy – od grudnia do stycznia. W północnej części Oceanu Indyjskiego – nad Morzem Arabskim i Zatoką Bengalską – cyklony tropikalne tworzą się w okresie od kwietnia do grudnia (ryc. 3C). Szczególnie często występują one w miesiącach kwiecień–czerwiec i wrzesień–listopad, a więc w okresach przejściowych pomiędzy ustaleniem się monsunu letniego i monsunu zimowego. W okresach tych nad akwenem Oceanu Indyjskiego wędruje na północ (wiosną półkuli północnej) i na południe (jesienią półkuli północnej) międzyzwrotnikowa strefa zbieżności.

Z wędrowką tej strefy wiąże się inne niekorzystne dla żeglugi zjawisko, a mianowicie częste (>10% obserwacji) występowanie ciszy. Cisie te odpowiadają strefom ciszy równikowej (*doldrums*) charakterystycznych dla szerokości okołorównikowych Atlantyku i Pacyfiku. W zachodniej i centralnej części Oceanu Indyjskiego cisie są zjawiskiem sezonowym, ale nad wschodnią częścią oceanu występują przez cały rok (ryc. 3C).

Kupcy holenderscy – żegluga do Azji z wykorzystaniem *ryczących czterdziestek*

W XVII w. Portugalczycy utracili monopol w handlu towarami afrykańskimi i azjatyckimi. Ich dominację złamała Holenderska Kompania Wschodnioindyjska. Zainteresowanie Holendrów handlem transkontynentalnym wiązało się z tym, że niderlandzkie miasta (np. Antwerpia) były głównymi rynkami sprzedaży azjatyckich przypraw korzennych przywożonych do Europy przez Portugalczyków. Bunt protestanckich Niderlandów przeciw Habsburgom, od 1580 r. panujących również w Portugalii, odciął mieszkańców Niderlandów od zysków z transkontynentalnego

handlu. Podjęli zatem własne wyprawy handlowe do Azji. Holenderska eksploracja Azji skupiła się na wschód od Indii. Ich głównym ośrodkiem administracyjnym i bazą logistyczną w tym regionie stała się Batawia (dzisiejsza Dżakarta) na Jawie. Była to zarazem lokalizacja bliższa korzennego archipelagu Moluków niż portugalskie Goa (McHugh 2006).

Holendrzy początkowo żeglowali na Jawę szlakami wytyczonymi przez Portugalczyków. Stosunkowo szybko jednak statki kompanii zaczęły korzystać ze szlaku przetartego przez wyprawę Hendrika Brouwera (1610–1611). Po opłynięciu Afryki nie skierował się on na północ, ale pozwolił nieść się dalej na wschód wiatrom zachodnim i Antarktycznemu Prądowi Okołobiegunowemu w strefie *ryczących czterdziestek*. Po pokonaniu około 6000 km okręty Brouwera skręciły na północ i przez Cieśninę Sundajską dotarły do Batawii. Szlak ten – zwany Drogą Brouwera (ryc. 5) – pozwolił skrócić drogę z Niderlandów na Jawę z prawie roku do mniej niż 7 miesięcy, stając się główną drogą wykorzystywaną przez statki Holenderskiej Kompanii Wschodnioindyjskiej (McHugh 2006).

Szlak ten pozwalał też dotrzeć załogom na Jawę w lepszym zdrowiu, skracał bowiem czas żeglugi w warunkach klimatu gorącego, w którym szybciej psuły się zapasy żywności i wody. W wykorzystaniu tego szlaku kluczowe było właściwe określenie długości geograficznej, na której należało skręcić na północ. Pierwszymi, którzy przekonali się, co stanie się, gdy zmieni się kurs zbyt późno, była załoga statku *Eendracht*. W trakcie podróży dali się oni znieść daleko na wschód i 16 października 1616 r. ich statek rzucił kotwicę przy brzegu wyspy położonej u zachodniego krańca Australii. Nazwano ją na cześć szypa wyspą Dirk Hartog. Rozpoczął się tym samym trwający około 100 lat okres holenderskich badań wybrzeży Australii – wówczas Nowa Holandia (McHugh 2006). Nie dla wszystkich żeglarzy spotkanie z wybrzeżami Australii było szczęśliwe. Na skalistych wysepkach u jej wybrzeży rozbiły się m.in. angielski statek *Tryall* (1622) oraz holenderska *Batavia* (1629).

W żegludze Drogą Brouwera statki płynęły baksztagiem lub fordewindem, wykorzystując sprzyjające wiatry zachodnie oraz związany z nimi morski Antarktyczny Prąd Okołobiegunowy. Jego średnia prędkość nie jest zbyt duża – do $20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, ale transportuje on masy wody o szerokości do 2000 km i do głębokości 4 km, przez co jest najpotężniejszym powierzchniowym prądem oceanicznym (<http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> – 1.08.2014). We wschodniej części Oceanu Indyjskiego żeglarzom kierującym się na północ pomagał Prąd Zachodnioaustralijski, osiągający prędkość $20\text{--}35 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Do głównych zagrożeń w trakcie żeglugi należały wichury oraz cyklony tropikalne. Na południu Oceanu Indyjskiego w miesiącach od maja do września występują one z częstością przekraczającą 10%. Z kolei cyklony tropikalne pojawiają się u zachodnich i północno-zachodnich wybrzeży Australii w okresie od marca do kwietnia i od listopada do grudnia (ryc. 3C).

Dyskusja i podsumowanie

Podsumowując powyższe rozważania, jeszcze raz podkreślić należy, jak istotne dla rozwoju podróży transoceanicznych było poznanie układu dominujących wiatrów i prądów morskich. Pozwoliło ono opracować powszechnie wykorzystywane strategie żeglarskie, dostosowane do warunków panujących na poszczególnych akwenach. Na Atlantyku Północnym była to strategia *volta do mar*, pozwalająca powrócić do Europy z południa wbrew pasatom. Przeniesienie tej strategii na Atlantyk południowy wymagało dostosowania się do odwróconego reżimu cyrkulacyjnego; układ powierzchniowych prądów morskich jest tam przeciwny do ruchu wskazówek zegara, nie zaś zgodny z tym ruchem, jak na Atlantyku północnym. Stąd żegluga ku południowym krańcom Afryki odbywała się po zachodniej części Atlantyku, ku równikowi zaś po jego stronie wschodniej. Wreszcie na Oceanie Indyjskim największym wyzwaniem nawigacyjnym okazała się żegluga z strefie cyrkulacji monsunowej. Wymagała ona rygorystycznego przestrzegania terminarza żeglugi.

Do głównych zagrożeń i utrudnień dla żeglugi należały w świetle *Atlas of Pilot Charts* cyklony tropikalne na Oceanie Indyjskim, cisze równikowe u wybrzeży Afryki Zachodniej oraz wichury występujące w miesiącach chłodnej części roku na zachód od wybrzeży Portugalii oraz u południowego krańca Afryki i na południu Oceanu Indyjskiego.

Wykorzystanie opisanych w poprzednich częściach pracy szlaków przyczyniło się do wielu odkryć geograficznych – w tym do odkrycia Brazylii i zachodniej Australii; można powiedzieć, że pojawienie się żeglarzy na danym szlaku morskim uczyniło te odkrycia nieuniknionymi. Wypada też dodać, że – w świetle własnych doświadczeń edukacyjnych autora – informacje o cyrkulacyjnych uwarunkowaniach odkryć geograficznych są w zasadzie nieobecne w kształceniu geograficznym, a wydaje się, że być powinny.

Zdobyta przez żeglarzy europejskich wiedza na temat dominujących wiatrów stała się również – po usystematyzowaniu – podstawą pierwszych teorii ogólnej cyrkulacji, opracowanych w XVIII w. (za: Sorbjan 2001) oraz weszła w skład opracowań poświęconych geografii fizycznej mórz i oceanów (np. Maury 1855).

Optymalny klimatologicznie przebieg szlaków handlowych na omawianych akwenach ustalono do początków XVII w. Szlaki te wykorzystywano oczywiście znacznie dłużej – aż do połowy wieku XIX na transoceanicznych szlakach dominowały bowiem statki żaglowe. I później jednak – do lat 30. XX w. na niektórych trasach (zwłaszcza tam, gdzie przeważające wiatry o dużej sile umożliwiały szybką żeglugę) – żaglowce wygrywały konkurencję ze statkami o napędzie parowym. To właśnie wtedy powstały największe kiedykolwiek budowane statki żaglowe – *windjammers* (*pogromcy wiatrów*). Dzięki zastosowaniu stali jako materiału konstrukcyjnego mogły one przemierzać niedostępne wcześniej akweny, w tym *wyjące pięćdziesiątki*

półkuli południowej. Właśnie tamtędy przebiegał tzw. szlak kliprów, który był przeniesieniem na południowy Pacyfik strategii żeglarskiej opracowanej przez Hendrika Brouwera. Statki przewożące australijskie zboże i inne produkty masowe płynęły z Australii na wschód wokół przylądka Horn, a potem na Atlantyku na północ do Anglii. Podróż taka trwała ok. 90–105 dni (Chichester 1966).

Współcześnie opisana wyżej wiedza na temat wiatrów i prądów morskich wykorzystywana jest głównie przez żeglarzy jachtowych. Niemniej jednak statki handlowe o napędzie mechanicznym również korzystają z tzw. tras klimatologicznych (za: Holec, Tymański 1973). W ostatnich dziesięcioleciach podejmowano też próby odrodzenia żeglugi handlowej o napędzie żaglowym, traktowanym jako dodatkowy napęd. W latach 70. XX w. – w okresie kryzysu paliwowego – powstała w Niemczech koncepcja DynaRig – system nowoczesnego ożaglowania rejdowego, zastosowany w 2006 r. w jachcie „Maltese Falcon” (<http://www.runningtideyachts.com/> – 2.12.2014). Ostatnio próby zastosowania napędu żaglowego wiążą się z działaniami służącymi ograniczeniu emisji CO₂ do atmosfery. Dobrym przykładem jest współpracująca z koncernem Rolls-Royce’a firma B9 Energy Group pracująca nad statkiem wykorzystującym hybrydowy napęd żaglowy i gazowy (<http://www.b9energy.com/> – 10.12.2014). Aby był on opłacalny, napędzane nim statki musiałyby korzystać z tras klimatologicznych.

Wiedza na temat dominujących wiatrów znajduje też współcześnie zastosowanie w rozwoju energetyki wiatrowej. W Europie Północnej i Zachodniej powstało wiele farm wiatrowych (zarówno na lądzie, jak i na morzu); doszło tam do swego rodzaju nasycenia przestrzeni tymi instalacjami. W przyszłości można byłoby budować je wzdłuż wybrzeży krajów leżących w szerokościach międzyzwrotnikowych, gdzie występują stałe wiatry pasatowe. Wśród projektów służących wykorzystaniu ich potencjału energetycznego wymienić można np. inicjatywę *Sahara Wind Project* (<http://www.saharawind.com/> – 15.11.2014). Autorzy projektu oceniają, że rozwój farm wiatrowych na saharyjskim wybrzeżu Atlantyku mógłby zapewnić ponad 1000 TWh energii elektrycznej rocznie, co stanowi prawie 1/3 zapotrzebowania na energię elektryczną krajów Unii Europejskiej. Eksport elektryczności do krajów Europy Południowej byłby możliwy dzięki linii wysokiego napięcia prądu stałego. Jedną z zalet takiego rozwiązania jest to, że pasaty największą prędkość mają latem, gdy prędkość wiatru w Europie jest najmniejsza, a jednocześnie wzrasta zapotrzebowanie na elektryczność w przemyśle turystycznym południa Europy.

Na koniec chciałbym odnieść się do potencjalnych wątpliwości dotyczących poprawności wykorzystania obserwacji współczesnych w charakterystyce cyrkulacyjnych uwarunkowań rozwoju żeglugi w minionych wiekach. W trwającej kilkaset lat „erze żagla” obserwowano bowiem szereg zmian klimatu, wyrażających się m.in. zmianami natężenia cyrkulacji atmosferycznej. Co więcej, wielu badaczy wykorzystuje dane dotyczące zmian czasu podróży na określonych szlakach morskich

jako wskaźnik długookresowych zmian kierunku i prędkości wiatru (np. Farrington i in. 2008). Niemniej jednak schemat ogólnej cyrkulacji atmosfery nie uległ znaczącym zmianom, a współcześni żeglarze dalej wykorzystują szlaki wyznaczone przez poprzedników sprzed kilkuset lat (Cornell 2008).

Literatura

- Atlas of Pilot Charts, North Atlantic Ocean*, 2002, NVPUB 106, National Imaginery and Mapping Agency, Department of Defense.
- Atlas of Pilot Charts, South Atlantic Ocean*, 1995, NVPUB 105, National Imaginery and Mapping Agency, Department of Defense.
- Atlas of Pilot Charts, Indian Ocean*, 2001, NVPUB 109, National Imaginery and Mapping Agency, Department of Defense.
- Chichester F., 1966, *Along the Clipper Way*, Hodder & Stoughton, Londyn.
- Cornell J., 2008, *World Cruising Routes: 1000 sailing routes in all oceans of the world*, Adlard Coles Nautical, 6th Edition, London.
- Crowe P.R., 1987, *Problemy klimatologii ogólnej*, PWN, Warszawa.
- Czajewski J., 1988, *Meteorologia żeglarska*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Diffie B.W., Winius G.D., 1985, *Foundations of the Portuguese Empire, 1415–1580*, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Długosz Z., 2001, *Historia odkryć geograficznych i poznania Ziemi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Farrington A.J., Lubker S., Radok U., Woodruff S., 1998, *South Atlantic winds and weather during and following the little ice age: A pilot study of English East India Company (EEIC) ship logs*, Meteorology and Atmospheric Physics, 67 (1–4), 253–237.
- Gerlach K., 2009, *Zalety i wady typów ożaglowania, głos w dyskusji na internetowym Forum Okrętów Wojennych*, <http://fow.az.pl/> (10.12.2013).
- Guinote P.J.A., 1999, *Ascensão e Declínio da Carreira da Índia, Vasco da Gama e a Índia*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Holec M., Tymański P., 1973, *Podstawy meteorologii i nawigacji meteorologicznej*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk.
- <http://msi.nga.mil/> (10.06.2014).
- <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/> (1.08.2014).
- <http://www.b9energy.com/B9Shipping/> (10.12.2014).
- <http://www.faqs.org/faqs/meteorology/storms-faq/part1/> (10.08.2014).
- <http://www.runningtideyachts.com/dynarig/> (2.12.2014).
- <http://www.saharawind.com/> (15.11.2014).
- <http://www.schoolofsailing.net/points-of-sail.html> (2.01.2015)
- http://www.zeglarz-jachtowy.pl/samouczek_kursy (2.01.2015).
- Mauray M.F., 1855, *The Physical Geography of the Sea*, Harper & Brothers, Publishers, New York.

- McHugh E., 2006, *1606: An epic adventure*, University of New South Wales Press Ltd., Sydney.
- Małowist M., 1976, *Konkwistadorzy portugalscy*, PIW, Warszawa.
- Maryański A., 1984, *Migracje w świecie*, PWN, Warszawa.
- Mathew K.N., 1988, *History of the Portuguese Navigation in India, 1497–1600*, Mittal Publications, New Delhi.
- Prawdzic K., Padiasek K., 1985, *Badania bioklimatyczne atlantyckich łowisk żwrotnikowych na statkach rybackich w porównaniu z klimatem portów zachodniego wybrzeża Afryki*, PWN, Warszawa–Poznań.
- Sailing Directions (Enroute)*, 2005, *West Coast of Europe and Northwest Africa*, Pub. 143, National Geospatial-Intelligence Agency, Bethesda, Maryland.
- Sailing Directions (Enroute)*, 2008, *East Africa and the South Indian Ocean*, Pub. 171, National Geospatial-Intelligence Agency, Bethesda, Maryland.
- Sailing Directions (Enroute)*, 2009, *Southwest Coast of Africa*, Pub. 123, National Geospatial-Intelligence Agency, Bethesda, Maryland.
- Sailing Directions (Enroute)*, 2010, *India and the Bay of Bengal*, Pub. 173, National Geospatial-Intelligence Agency, Bethesda, Maryland.
- Sirko M., 1999, *Zarys historii kartografii*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Sorbjan Z., 2001, *Meteorologia dla każdego. Opowieści, teorie, proste doświadczenia*, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Swiet Jakow, 1982, *Kolumb*, wyd. 2, PIW, Warszawa.
- Volvo Ocean Race: Knut Frostad explains the Doldrums*, 2011, <http://www.sail-world.com/> (10.09.2014).
- Waters D.W., 1988, *Reflections upon some navigational and hydrographic problems of the XVth century related to the voyage of Bartolomeu Dias, 1487–1488*, *Revista de Universidade de Coimbra*, 34, 275–347.

Krzysztof Jarzyna
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
Instytut Geografii
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce
e-mail: jarzynak@ujk.kielce.pl